مجلّه‌ی جغرافیا و توسعه‌ی ناحیه‌ای، شماره‌ی هفتم، پاییز و زمستان ۱۳۸۵

دکتر مجیدزاهدی
دکتر بهروز ساری صرّاف
جاویدجامعی
دانشگاه تبریز

الگوسازی بارش ایستگاه های ارومیه و تبریز[1]

چکیده

با توجّه به اهمیّت بارش در مدیریّت منابع آب وآمایش سرزمین و نقش آن در برنامه‌ریزی‌های خرد وکلان، بخصوص تأثیرفراوان آن براقتصادکشاورزی، الگو سازی وشبیه سازی رفتاربارش درسال‌های اخیر، موردتوجّه مجامع علمی بوده است. الگوی فصلی- ضربی باکس، جنکینس(۱۹۷۶) برای دست‌یابی به این مقصود با توجه به ماهیّت فصلی بودن داده های بارش ازکارایی بیشتری برخورداراست. دراین روش، متوسط هرماه براساس میانگین بارش ماه‌های پیشین درهمان سال و سال‌های قبل و همچنین ضربه‌های تصادفی بیان می‌شود.دراین تحقیق بااستفاده ازداده های پنجاه ساله بارش ماهانه‌ی ایستگاه‌های ارومیه و تبریز، ابتدا مؤلّفه‌های اولیّه وثانویّه مورد مطالعه قرارگرفت، سپس براساس روش seasonalARIMA وپارامترهای مربوط (به شرط نرمال وتصادفی بودن باقیمانده ها) الگوی نهایی بارش ایستگاه‌های ارومیه وتبریزبه ترتیب$_{12}$(۱۱۱) (۰۰۰)، $_{12}$(۰۱۱) (۰۰۰) تعیین شد.درنهایت به پیش بینی مقادیر سال‌های آتی پرداخته شد. ضریب همبستگی بالای بارش پیش بینی شده و مشاهده شده برای سال‌های ۲۰۰۱ و۲۰۰۲، حاکی ازتوانایی الگوی انتخابی دربرآورد بارش ایستگاه‌های مورد مطالعه است.

درآمد:

ویژگی اصلی بارش‌های ایران، تغییرپذیری آنهاست. درواقع تغییرات بارش ناشی ازتغییرات عوامل تولیدکننده‌ی آن است. بی نظمی موجوددرعوامل ایجاد بارش است، که به توزیع مکانی وزمانی بارش منتقل شده است(علیجانی،۱۳۸۱). شناسایی تغییرات اقلیمی، به‌طور عام، و بارشی، به‌طور خاص، از طریق تجزیه وتحلیل

سری زمانی عنصر مربوط دارای اهمیت ومناسب خواهدبود.سری زمانی درواقع مجموعه ای ازداده ها غیرمستقل است که در فواصل زمانی مساوی شکل گرفته‌اند.

دیرزمانی است که آب و عامل شکل گیری آن(بارش) به‌عنوان عنصرمقدّسی شناخته شده ودرایجادسکونتگاه و تجمّع بشری نقش مهمّی را ایفا کرده اند، به گونه ای، هرجاآب بوده آبادی رابه‌دنبال داشته است.امروزه باپیشرفت فناوری وصنایع جدید، نیاز آبی جوامع بشری افزون گشته است،لذا شبیه سازی وپیش بینی بارش به منظور اتخاذ سیاست های مدوّن ومنظّم، به‌منظور استفاده‌ی بهینه ازآب ضروری است. درسال‌های اخیراندیشمندان ازالگوهای مختلف خانواده سری‌های زمانی همانند: خودبازگشت[۱]، میانگین متحرّک[۲]،آرما[۳]،آریما[۴] وآریمای فصلی-ضربی[۵] به منظورالگوسازی فراسنج های اقلیمی بهره گرفته اند.ازاین قبیل مطالعات می توان به کارهای سلرز(۱۹۶۰)[۶]، جیمزوکاسکی(۱۹۶۳)[۷]، موهان وویدال(۱۹۹۵)[۸]، پرسادسینگ(۱۹۹۶)[۹]، لایت(۱۹۹۶)[۱۰] واوداهی وجولیف(۱۹۹۸)[۱۱] اشاره نمود. در ادبیّات اقلیمی ایران می‌توان مطالعه ترابی(۱۳۸۰) الگو بندی تغییرات دما و بارش ایران،پروین(۱۳۸۰)پیش بینی خشکسالی حوضه‌ی دریاچه‌ی ارومیه و جامعی(۱۳۸۱)برآورد دمای ایستگاه‌های منتخب غرب کشورعنوان نمود. هدف از انجام این تحقیق شبیه سازی بارش ایستگاه‌های ارومیه وتبریز وشناخت رژیم بارشی حاکم برشرق وغرب دریاچه ی ارومیه است.

داده‌ها:

دراین نوشتار، بارش ماهانه‌ی ایستگاههای ارومیه وتبریزطیّ سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۵۱ مورداستفاده قرارگرفته است.مجموع تعداد مشاهدات ۶۰۰ ماه می‌باشد. ارومیه در۳۷/۳۳ شمالی و۴۵/۰۵شرقی درغرب دریاچه‌ی

1. AR (Auto-Regressive)
2. MA(Moving Average)
3. ARMA (Auto Regressive Moving Average)
4. ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average)
5. SARIMA
6. William.D.Sellers
7. James.E and Caskey.JR
8. Mohan.S and Vedula.S
9. Prasad.K.D and Singe.S.V
10. Solange Medonca Leite
11. Shaffeqah Al-Awadli and Jan Jolliffe

ارومیه قرار گرفته و تبریز دارای عرض جغرافیایی ۳۸/۰۵ شمالی وطول۴۶/۱۷ شرقی بوده که درشرق دریاچه‌ی ارومیه واقع شده است. علّت انتخاب ایستگاه‌های مذکور، جهت شناخت رژیم بارشی حاکم برشرق وغرب دریاچه‌ی ارومیه، داشتن بالاترین رکورد استمرار داده‌ها و همگنی سری زمانی مورد مطالعه است. ازآن‌جاکه نقصان داده‌ها موجودنبوده، لذا تجزیه وتحلیل داده‌ها بدون نیاز به ساماندهی انجام گرفت. درپایان با استفاده ازآزمون‌های مختلف آماری ازهمگنی و استقلال داده‌ها اطمینان حاصل شد.

جدول شماره۱: ویژگی های آماری بارش ایستگاه‌های ارومیه و تبریز(۲۰۰۰-۱۹۵۱)

ایستگاه	ارومیه	تبریز
میانگین	۳۴۶/۷۶	۲۹۰/۱۴
میانه	۳۲۹/۴	۲۸۷
کمینه	۱۸۸/۲۰	۱۴۸
بیشینه	۵۷۹/۵۰	۵۴۷/۵۰
دامنه تغییرات	۳۹۱/۳۰	۳۹۹/۵۰
واریانس	۹۷۲۷	۶۳۳۷
انحراف معیار	۹۸/۶۲	۷۹/۶۰
ضریب تغییرات(C.V)	۲۸/۴۴	۲۷/۴۳
کشیدگی	-۰/۳۶	۱/۱۴
چولگی	۰/۵۷	۰/۸۶

روش‌ها:

دراین تحقیق، برای دست‌یابی به هدف اصلی تحقیق، سه مرحله‌ی مطالعاتی جداگانه در نظر گرفته شده است.درمرحله‌ی اوّل، مؤلّفه‌های اوّلیّه وثانویّه بارش ایستگاه‌های ارومیّه وتبریز موردمطالعه قرارگرفت.استخراج

گرافیکی مؤلّفه های اولیّه به‌وسیله‌ی نرم افزارهای Minitab,Spss[1] انجام گرفت. مؤلّفه هـای ثانویّـه سـری زمـانی ازمعادله‌ی(۱)تبعیّت می نماید.

(۱) $Z_t=T.C.S.I$

که درآن Z_tمقدارمشاهده شده درلحظه T،tروند،S تغییرات فـصلی ،c تغییـرات دوره‌ای وIتغییـرات نـامنظّم می باشد.

درمرحله‌ی دوم الگوسازی سری زمانی بارش ایستگاه‌های منتخب موردنظر بوده که الگوی فصلی- ضربی آریما،مناسب ترازدیگر الگوهاست، این الگودرسال۱۹۷۶توسط باکس وجنکینس ارائه شـد.کـه بـه شـرح زیـر است:

(۲) $\varnothing_P(B)\phi_P(B^{12})W_t=\theta_q(B)\Theta_Q(B^{12})a_t$

درآن ϕp، θqبه ترتیب اتورگرسیوو میانگین متحرّک غیرفصلی Φp، ΘQ اتورگرسیو، میانگین متحرّک فصلی، Bعملکردیااپراتورپس رونده، a_t دنباله ای ازضربه های مستقل وناهمبستهW_t سـری زمـانی موردمطالعـه می باشد.

(۳) $Y_t=(1-B^s)^D Z_t$

اپراتور پس رونده(تفاضل گیری) یکی ازعملگرهای قوی درمبحث سری زمانی جهت ایـستا کـردن سـری است. D عدد صحیح بوده وهر داده ازD داده قبل از خود کم شده،S نیزدوره تناوب سری می باشد.هنگامی کـه میانگین سری باکمترین واریانس به سمت صفر نیل کند، سری ایستا یا ما نامی گردد. ساختارکلّی الگوی فصلی- ضربی آریما، به شکل زیراست:

(۴) $Z_t \sim SARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_S$

شیوه های متفاوتی برای تعیین الگو پس ازایستایی موجوداست، که ازآن جمله می توان به هم‌بـستگی نگـار اشاره نمود. شکل۱، مراحل الگو سازی سری زمانی را نشان می دهد. شناسـایی سـطح ایـستایی والگـوی سـری زمانی ازطریق نمودارهای ACF.PACF مقدور است. لذا تابع خودهم‌بستگی وخـودهم‌بـستگی جزئـی از توابـع

1. Statistical Pacage for Social Sciences

مهم و کارا درتحلیل سری زمانی به حساب می آیند. برای تعیین الگو، علاوه برACF.PACF، معیارهای دیگری نیزموجوداندکه در این مقاله AIC[1].RV[2] وانحراف معیار باقیماندهها موردنظر است.

(۵) $AIC=2(loglikelihood)+2k$

درآنlakelihood بیشینهی درست نمایی وk تعدادپارامترهای الگو است. هرچه مقادیر معیارهای انتخابی کمتر باشد، الگو مناسب تر ومتکی براصل امساک(۲) خواهدبود.

برای دستیابی به کمینهی مقادیر معیارهای انتخابی از روش زیادبرازاندن استفاده میشود. علاوه بر آن بازرسی باقیمانده ها درارزشیابی شایستگی مناسب بوده که در مرحلهی سوم، یعنی پیش بینی داده ها، جزئیات روش مذکوربحث خواهد شد.

به منظور پیش بینی سری زمانی چندین روش موجود است که عبارتاند از:

۱. پیش بینی ناشی از معادلهی تفاضلی؛

۲. پیش بینی به صورت متوسط موزون مشاهدات قبلی وپیش بینیهای انجام شده از یک مبدأ با زمانهای انتظار قبلی؛

۳. پیش بینی برحسب صورت جمع بسته.

لازم به ذکر است درتمام روشها پیش بینیها براساس کمینهی میانگین توان دوم خطا محاسبه میشود. در تحلیل سری زمانی برآورد وپیش بینی سالهای دور دارای اشکالاتی بوده که جهت رفع این نقیصه از بههنگام کردن دادهها و محاسبه وزن های Ψ استفاده خواهدشد. بههنگام کردن داده ها یعنی استفاده ازسری زمانی جدید دربرآورداده ها.

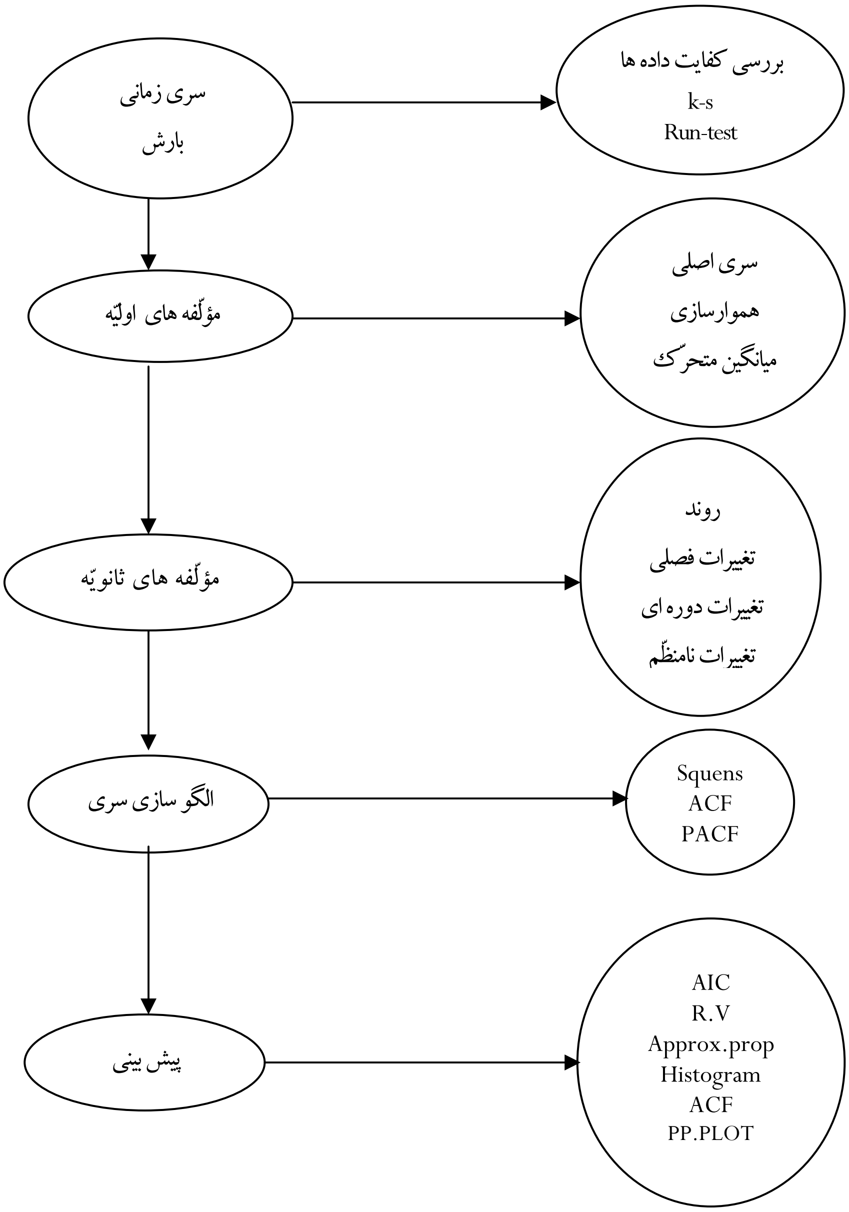
ازمیان سه روش پیش بینی،روش پیش بینی ناشی ازمعادلهی تفاضلی، کاراترین روش به شمار می آید.

$$Z_{t+1}=Z_{t+l-1}+Z_{t+l-12}+Z_{t+l-13}+a_{t+l}-\theta a_{t+l-1}-\Theta a_{t+l-12}+\theta\Theta a_{t+l-13}$$

که درمطالعهی حاضرروش مذکورجهت برآورد داده ها، انتخاب گردید.

---

1. Akaike Information Criteria
2. Resdual Variance



شکل شماره ۱: مراحل الگوسازی بارش ایستگاه‌های ارومیّه و تبریز

نتایج بحث:

الف) مؤلّفه‌های اولیّه و ثانویّه:

مؤلّفه‌های اولیّه شامل مشاهدات خام، هموارشده، میانگین متحرّک و تغییرپذیری می باشد و مؤلّفــه‌هـای ثانویّه یا اصلی نیز روند تغییرات فصلی، چرخه‌ای و نامنظّم را دربرمی گیرند. بدون بحث به تجزیه وتحلیل اشکال و نمودارهای گرافیکی شاخص‌های مذکور بسنده می‌شود.

۱. اولیّن مؤلّفه(مشاهدات خام) بارش ایستگاه ارومیه بدین صورت قابل توصیف است: متوسط سـری بـارش ماهانه ایستگاه ارومیه ۲۹میلـی متـر و بیـشترین بـارش دریـافتی ماهانـه در طـول دوره‌ی زمـانی مـورد مطالعـه بـه مارس۱۹۷۴با۱۵۴میلی‌متر تعلّق دارد وکمترین بارش نیز با صفر میلی‌متر به اکثر ماه‌هـای تابـستان تعلّـق دارد. لـذا دامنه‌ی تغییرات ۱۵۴میلی متر بوده که رژیم نامنظّمی را نشان می‌دهد.

۲. مطالعه‌ی داده‌های هموار شده جهت حذف تغییرات لحظه‌ای وکوتاه مدّت ومرتّب کردن سیـستماتیک داده‌های انبوه است (رسولی،۱۳۸۱). نمودار شامل چندین مرحله روند افزایشی وکاهشی بارش طـیّ پنجـاه سـال گذشته بوده، که نهایتاً درسالهای اخیر از۱۹۹۶ایستگاه ارومیه باروند کاهشی بارش روبـرو بـوده اسـت. از نکـات دارای اهمیت یک دوره ده ساله ثبات بارشی ۸۲–۱۹۷۲ ایستگاه ارومیـه بـوده کـه کمتـر تحـت تـأثیر تغییـرات قرارگرفته است. ازحیث وجود فراوانی روندهای افزایشی وکاهـشی سـری زمـانی از تعـادل آمـاری برخـوردار است.

۳. سومین مؤلّفه (میانگین متحرک) درواقع منعکس کننده تغییرات درازمدّت سری است. میـانگین متحـرّک علاوه براین‌که روندهای مرحله‌ای سری زمانی بارش ارومیه رانشان می‌دهد، تغییرات کلّی سـری را نیـز نمایـان می‌سازد. درواقع می توان گفت که میانگین متحرّک، ترکیبی از مشاهدات خام و داده های اسموت شده است.

۴. شاخص تغییرپذیری معرّف الگوی تغییرات ماه به ماه سری بـارش ایـستگاه ارومیـه اسـت. ایـن شـاخص دارای دامنه‌ی تغییرات ۴۰۰درصدی بوده، که البته باتوجه به رژیم بارش نامنظّم این موضوع بدیهی است. شـایان ذکراست این شاخص ازتقسیم مشاهدات خام بر میانگین متحرّک ضرب در ۱۰۰محاسبه می‌شود.

مؤلّفه‌های اوّلیّه‌ی بارش ایستگاه تبریز به شرح زیر است:

۱. میانگین درازمدّت ماهانه سری۲۴میلی متر، بیشترین میزان بارش دریافتی ماهانه با۱۲۸ میلی‌متر به آوریل ۱۹۸۱ تعلّق دارد و کمترین آن با صفر میلی‌متر به بیشتر ماههای تابستان ایستگاه برمی گردد. دامنه‌ی تغییرات ۱۲۸میلی متر بوده که تا حدودی منظّم تر ازایستگاه ارومیه است.

۲. نمودارهای هموار شده دارای چهار روند مرحله‌ای بوده که ازسال ۱۹۸۳ تا به حال روندکاهشی ادامه داشته و شیب خط روند درسال‌های اخیر بیشتر نیز شده است.

۳. نمودار میانگین متحرّک داده‌ها نیز همانند نمودار هموار شده، وجود روندکاهشی اخیر را تأیید می کند.

۴. ازحیث درصد تغییرات، شاخص تغییرپذیری معرّف تغییرات کمتر بارش از سال ۱۹۶۵به بعد بوده، درحالی که قبل ازآن درصدتغییرات تا حدود ۴۰۰درصد پیش رفته بود.

مؤلّفه‌های ثانویّه یا اصلی بارش ایستگاه‌های ارومیه وتبریز نیز با توجّه به الگوی سری زمانی، به شرح زیراست:

$$X_t=T.S.C.I$$

که درآنXt مقدار مشاهده شده درلحظهt ،Tروند،Sتغییرات فصلی،C تغییرات دوره ای یاچرخه ای وI تغییرات نامنظّم می‌باشد. با توجّه به ماهیانه بودن داده‌های موردمطالعه، مؤلّفه‌ی چرخه‌ای موردبحث نیست.

روند تغییرات درازمدّت در میانگین را سری زمانی می گویند و در واقع نشانگر سیرطبیعی سری زمانی دردرازمدّت است. درمقاله‌ی حاضر به منظور تعیین روند بارش ایستگاه‌های ارومیه و تبریزازروش کمترین مربعات استفاده شده است. مشاهده‌ی نمودارهای روندبارش ایستگاههای موردمطالعه، حاکی ازروندکاهشی بارش است. شیب خط روندبارش ایستگاه ارومیه۱/۸۹۵-بوده است، درحالی که ایستگاه تبریز دارای شیب ۱/۷۶۵- می باشد که این کاهش بیشتر بارش ارومیه نسبت به تبریزرانشان می دهد.

تغییرات فصلی به‌آن دسته ازتغییرات چرخه ای که به طورمنظّم دارای دوره ی تناوب کمتر ازیک سال هستند، گفته می شود.تغییرات فصلی ازطریق روش درصدمتوسط ،درصدروند ودرصدمیانگین متحرّک تعیین می‌شود.کمترین میزان شاخص به دوره‌ی گرم سال وبیشترین آن به فصل پاییز تعلّق دارد(جدول شماره۲).

جدول۲. شاخص فصلی بارش ایستگاه های ارومیه و تبریز در دوره‌ی آماری ۲۰۰۰–۱۹۵۱

فصول	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
ارومیه	۱۰۳/۶۳	۱۱/۹۳	۱۴۴/۷۹	۱۳۹/۶۱
تبریز	۹۴/۴۶	۲۲/۹۳	۱۵۴/۴۹	۱۲۰/۳۸

سری زمانی بارش ماهانه به‌دلیل فصلی بودن دارای مؤلّفه‌ی چرخه ای نبوده، لذا جهت شناسایی تغییرات دوره‌ای ایستگاه‌های منتخب از سری بارش سالیانه استفاده گردید. حرکات نوسانی دریک سری زمانی با دوره‌ی نوسان بیشتر ازیک‌سال را تغییرات دوره ای گویند. باتوجه به نمودارتغییرات دوره‌ای بارش ایستگاه‌های ارومیه وتبریز،روند مرحله‌ای نمایان بوده که همانند مؤلّفه های دیگر، خشکسالی اخیر هر دو ایستگاه مشهوداست. به‌دلیل ماهیّت تصادفی بودن تغییرات نامنظّم نه امکان جداسازی ومطالعه‌ی انحصاری آنها وجود دارد ونه آنها را می‌توان به طور دقیق پیش‌بینی کرد (بزرگ‌نیا، نیرومند.۱۳۷۸).

ب)الگو سازی:

اشکال۲ و۳ نمودارهای الگو انتخابی، بارش ایستگاه‌های ارومیه وتبریز رانشان می دهد. نمودار خودهم‌بستگی وخود هم‌بستگی جزئی داده های هردوایستگاه، معرّف ناایستایی سری زمانی بوده، به‌طوری که روی ACF وجود تغییرات فصلی کاملاً روشن است. لذاجهت ایستا کردن سری مناسب ترین عملگر تفاضلی کردن(دیفرنس گیری) می باشد.در میان تفاضل گیری فصلی وغیر فصلی با مرتبه های متفاوت،تفاضل گیری فصلی درجه‌ی اوّل به‌دلیل کمترین واریانس ومیانگین نزدیک به صفر، بهتر تشخیص داده شد. نمودار دنباله‌ای مشاهدات خام منعکس کننده نوسانات سری پیرامون صفر بوده، که درنهایت سری کاملاًبه سمت صفر میل می کند. مشابهت دوسری ممکن است مبهم باشد، امّا به‌دلیل ماهیّت فصلی بودن داده ها وتجانس آنها،این موضوع طبیعی است.

تابع ACF.PACF سری تفاضل گیری شده ایستگاه ارومیّه، به ترتیب به‌صورت سینوسی و نمایی به سمت صفر نیل می کنند. باتوجّه به نمودارهای مذکور، الگوی انتخابی بارش ایستگاه ارومیّه تعیین می‌شود. ازطریق ACF، مقادیرQ.q وباتوجه به نمودار PACF مقادیرP.p محاسبه خواهدشد.که الگوی انتخابی بارش ارومیّه با

توجه به نمودارهای مذکور (۴۱۱)(۰۰۰)است. برای ایجادنمودارهای ACF.PACF بارش تبریز نیز به‌صورت سینوسی ونمایی به سمت صفرنیل می کند.لذا برای ایجادالگو،مناسب تشخیص داده شده اند.الگوی انتخابی (۴۱۱)(۱۰۱)خواهدبود، که البته الگوی مذکور الگوی نهایی نیست، بلکه مطابقت با معیارهای انتخابی نیز شرط اساسی به‌حساب می آید.

به منظور یافتن الگوی نهایی به هرسری بیش ازهفتاد الگوی متفاوت برازش داده شد، که حدّاقل بودن مقادیر AIC.RV.SBC وانحراف معیار، شرط دست‌یابی الگوی بهینه بود.درنهایت براساس شرایط مذکور الگوی بارش ارومیه$_{۱۲}$(۱۱۱)(۰۰۰) و بارش تبریز$_{۱۲}$(۰۱۱)(۰۰۰) می‌باشد. جدول ۳ برآوردپارامترهای الگوی نهایی را نشان می دهد.

جدول۳. برآوردنهایی پارامترهای الگوی بارش ایستگاه‌های ارومیّه وتبریز

پارامتر	R.V	AIC	SBC	انحراف استاندارد باقیمانده ها	خود بازگشت فصلی	میانگین متحرّک فصلی
ایستگاه ارومیه	۶۱۱/۶۱	۵۴۸۶/۷۶	۵۴۹۵/۵۱	۲۴/۷۳	۰/۰۵۹	۰/۶۰۹
ایستگاه تبریز	۳۶۴/۵۴	۵۱۸۳/۱۲	۵۱۹۱/۸۸	۱۹/۰۹	——	۰/۶۲۳

به منظوربازرسی باقیمانده‌ها از نمودارهای هیستوگرام،کاغذاحتمال نرمال وتابع خودهم‌بستگی باقیمانده‌ها استفاده گردید،که نمودارهیستوگرام مطابقت باقیمانده‌ها را با منحنی نرمال نمایان می‌سازد.کاغذ احتمال نرمال باقیمانده‌ها پیرامون یک نیمساز ۴۵° درنوسان هستند وتابع خودهمبستگی باقیمانده‌ها نیز نشانگر عدم معنی‌داری ضریب همبستگی باقیمانده‌ها بوده، که درکل بیانگر مناسب بودن الگوی انتخابی هستند.

پ)پیش بینی:

نمودارهیستوگرام وتابع خود همبستگی باقیمانده‌ها اشکال۲ و۳ به‌منظور ارزیابی باقیمانده‌ها به کارگرفته که مناسب بودن آن را نوید می دهند. بافت‌نگار باقیمانده‌ها، نزدیکی آنها را بامنحنی نرمال نمایان می‌سازد. جهت مقایسه‌ی داده‌های پیش بینی شده و داده‌های اصلی، نمودارتوالی دنباله‌ای مشاهدات اصلی و پیش‌بینی شده

آورده شده که درجه‌ی نزدیکی دوسری را نشان خواهدداد(اشکال۴و۵). در پایان، وجود یا عدم تغییرات معنی‌دار میانگین بارش ایستگاه‌های ارومیّه وتبریز، مورد مطالعه قرار گرفت. جهت انجام کار کل دوره‌ی آماری به دو زیر دوره‌ی (۱۹۵۱-۱۹۸۰)و(۱۹۸۱-۲۰۰۵) تقسیم شده که در هر دو مورد از سری‌ها تغییرات معنی داری مشاهده گردید.

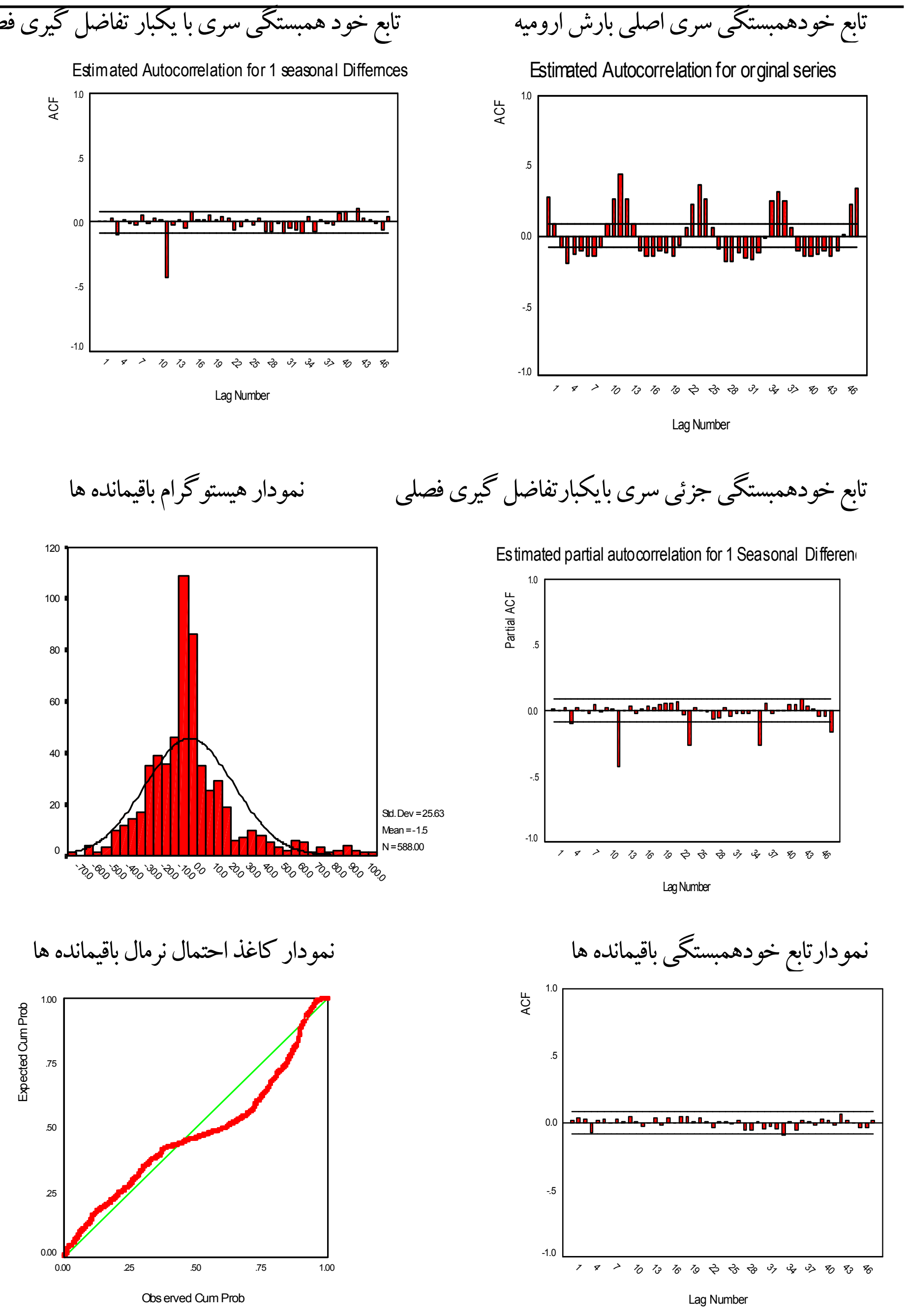
نتیجه گیری:

توصیف بارش ایستگاه‌های ارومیّه وتبریز، تشریح آن ویافتن رابطه‌ی خطّی بین بارش و زمان در نهایت پیش بینی، ازجمله اهداف کلی مقاله‌ی حاضر بوده که نتایج حاکی از آن به شرح زیر است:

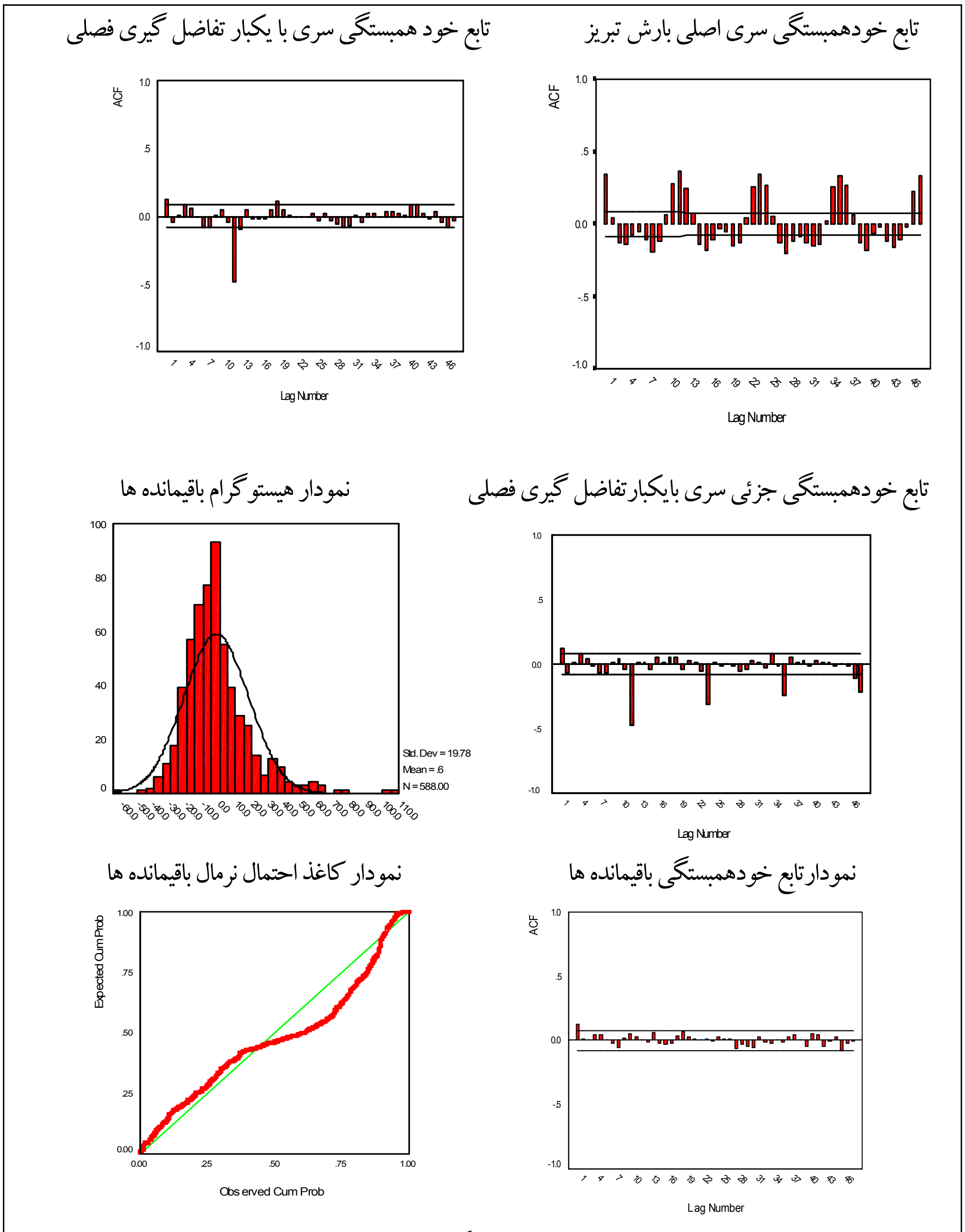
۱. ایستگاه ارومیه با دریافت بارش سالیانه به مقدار ۳۴۸/۷۰ مرطوب تر از ایستگاه تبریز با ۲۹۳/۰۶ میلی‌متر بارش است. علّت وقوع این موضوع را باید درمنابع رطوبتی متفاوت دومنطقه ذکرکرد(رجائی-ساری صراف،۱۳۷۷). به‌طوری که ارومیّه ازتوده‌های مرطوب غربی و شمال‌غربی تأثیرپذیر است، که در گذر از غرب به شرق از میزان رطوبت آن کاسته می شود. همچنین توده‌ی هواهای دریای خزر، که ایستگاه تبریز را تحت تأثیر می گذارند، چندان بارور نیستند.هر دو ایستگاه دارای تغییرات فصلی بوده، دامنه‌ی تغییرات بارشی ایستگاه ارومیه بیشتر از تبریزاست که رژیم نامنظّم بارش ایستگاه رانشان می‌دهد. هردو ایستگاه دارای روندکاهشی بارش بوده، این مسأله درسال‌های اخیرچشمگیر است. شیب خط روند بارش ارومیّه بیشترازتبریز بوده،که کاهش بیشتربارش ارومیه را به دنبال دارد.

۲. جهت بررسی نتایج تحقیق حاضر ضریب همبستگی بارش دوساله‌ی اخیر ایستگاه ارومیه ۲۰۰۱-۲۰۰۲بامقادیر پیش‌بینی محاسبه گردید که مقدارضریب همبستگی۰/۹۷است. این مسأله نوید انتخاب الگوی مناسب وپیش بینی بهینه‌ی مقادیر آتی را می دهد.لذا الگو ساریما$_{12}$(۱۱۱)(۰۰۰)جهت الگو بندی بارش ارومیه والگوی$_{12}$(۰۱۱)(۰۰۰)،به‌منظور الگو بندی و پیش‌بینی مقادیرآتی بارش تبریز مناسب‌اند.

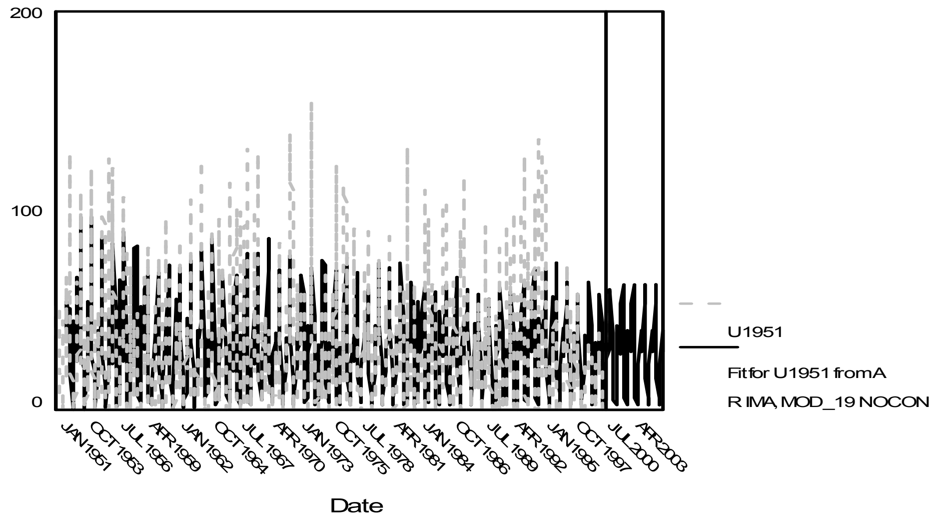
۳.آزمون معنی‌داری تغییرات میانگین سری، تغییرات معنی‌داری را در هر دوسری بین سال‌های ۷۸-۱۹۵۱ و ۲۰۰۵-۱۹۷۹ نشان داد. بدین صورت تغییرات موجود درسطح اطمینان ۹۵٪ معنی داراند.



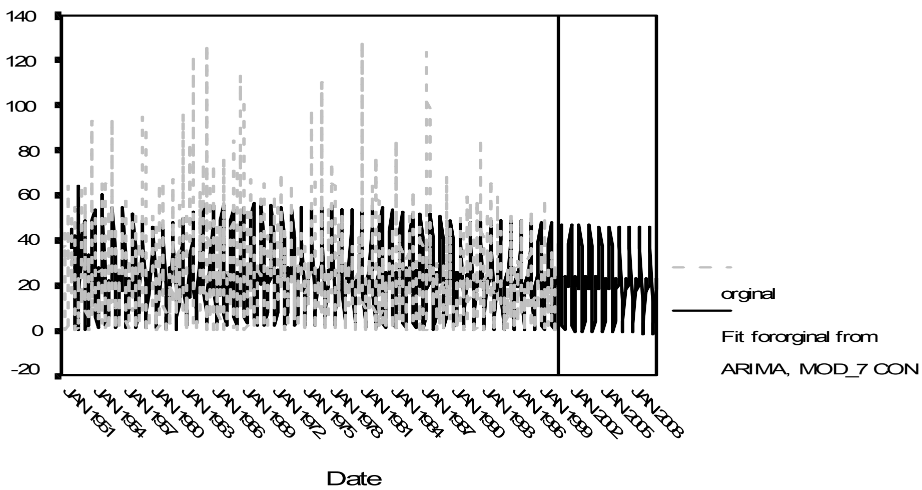
شکل ۲: مدل سازی بارش ایستگاه ارومیه طی ۱۹۵۱–۲۰۰۰



شکل۳. مدل سازی بارش ایستگاه تبریز طی ۱۹۵۱–۲۰۰۰



شکل(۴):نمودارمقایسه ای مقادیرپیش بینی شده ومشاهده شده بارش ارومیه



شکل(۵):نمودارمقایسه ای مقادیرپیش بینی شده ومشاهده شده بارش تبریز

یادداشت‌ها:

۱. مقاله مذکوربر گرفته ازرساله دکتری تحت عنوان «تحلیل تغییرات پراکنش فضائی-زمانی بارش و دمای شمال غرب کشور» می باشد.

۲. درتجزیه وتحلیل سری‌های زمانی نمایش رسا وساده پارامترها یکی ازاصول اولیه کاربه‌حساب می آید، لذا در الگوهای ریاضی برای نمایش رسای داده ها از حداقل تعدادممکن پارامترها باید استفاده شود، که این اصل را اصل امساک می‌نامند.

منابع و مآخذ:

۱. باکس، جی. ای. پی. و جنکینز، جی. ام:۱۳۷۱، *تحلیل سریهای زمانی: پیش بینی و کنترل*، ترجمه‌ی مشکانی، محمدرضا. جلد اول، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

۲. بزرگنیا، ابولقاسم و نیرومند، حسینعلی. ۱۳۷۸، *سریهای زمانی*، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۳. پروین،نادر. ۱۳۸۰، *بررسی خشکسالی حوضه‌ی آبریز دریاچه‌ی ارومیه*، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم تهران.

۴. ترابی، سیما. ۱۳۸۰،*بررسی وپیش بینی تغییرات دما و بارش درایران*، رساله‌ی دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.

۵. جامعی، جاوید. ۱۳۸۱،*تحلیل خشکسالی ایستگاه های سنندج و میاندوآب و پیش بینی آن*، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.

۶. جامعی، جاوید۱۳۸۲، *تحلیل وبرآورد خشکسالی غرب ایران*، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی. شماره۷۱: ۱۵۱-۱۷۳.

۷. جامعی، جاوید. ۱۳۸۲، *مدلسازی و پیش بینی درجه حرارت ایستگاه های منتخب غرب کشور*، فصلنامه‌ی فضای جغرافیایی. شماره۴۱: ۸-۶۸.

۸ رجائی، عبدالحمید- ساری صراف، بهروز، ۱۳۷۷، *طبقه‌بندی نواحی بارشی حوضه های ارس و دریاچه ارومیه با استفاده از روش تحلیل عاملی*، نشریه‌ی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه تبریز، سال چهارم، شماره ۳۵: ۶-۶۰.

۹. مقدم، محمد-محمدی شوطی، سیدابوالقاسم-آقائی سربرزه، مصطفی. ۱۳۷۳، *آشنایی باروش های آماری چند متغیره*، انتشارات پیشتاز علم.

10. Al-Awadhi, S. and Jolliffe, J. 1998. "*Time Series Modelling of surface pressure Data*", *International Journal of Climatology* 18, 443-455.

11. James E. and Caskey, JR. 1963. "*A markov chain model for the probablity if precipitation occurrence in intervals of various length*" , *Monthly Weather Review* June, 298-301

12. Leite, S. M. 1996. "*The autoregressive model of climatological time series: An application to the longest time series in portugal*" , *International Journal of Climatology* 16, 1165-1173.

13. Mohan, S. and Vedula, S. 1995. "*Multiplicative seasonal ARIMA model for long term forecasting of Inflows*" , *Water Resources Management* 9, 115-126.

14. Prasad, K. D. and Singh, S. V. 1998. "*Forecasting the spatial variability of the Indian monsoon rainfall using canonical correlation model*" , *International Journal of Climatology* 16, 1379-1390.

15. Sellers, William. 1960 "*A statistical method for estimating the mean relative humidity from the mean air temperature* " , *Monthly Weather Review* April, 155-157.

16. Turkes, M. 1996b. "*Spatial and temporal analysis of annual rainfall variations in Turkey*" , *International Journal of Climatology* 16, 1057-1076.